

## Examen Sismologie M1 Mai 2013

(Aide mémoire :  $M = \mu DS$  ;  $\Delta\tau_c = \Delta\tau + \mu_s \Delta\sigma$  ;  $\tau_{ij} = \lambda D\delta_{ij} + 2\mu\varepsilon_{ij}$  ;  $\beta = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$  ;

$$\left(\frac{\omega}{v}\right)^2 = k_x^2 + k_z^2 ; \omega_0 = \sqrt{\frac{K}{M}} .)$$

### A) Partie 1 du cours :

1. En quelles unités SI s'exprime K, constante de rappel élastique d'un ressort ?  
Pour un sismomètre vertical analogue à celui étudié en cours, déterminez la période propre de l'appareil si la masse suspendue est égale à 1 kg et la constante K égale à 10 unités SI. (Pour simplifier les calculs, on pourra prendre  $\pi = \sqrt{10}$  .)
2. Le sismomètre de la question 1 est utilisé avec une constante d'amortissement h égale à 0,5. Dessinez l'allure de son gain en fonction de la fréquence f. Vers quelle valeur tend le gain à haute fréquence ? Cet appareil va-t-il laisser passer les hautes fréquences ou les basses fréquences ?

### B) Partie 2 du cours

Dans cet exercice, nous nous intéressons au problème du déclenchement de séismes au passage des ondes produites par un grand séisme lointain. En effet la déformation liée aux ondes se traduit par des variations transitoires de contraintes qui peuvent promouvoir la rupture locale. On parle alors de déclenchement dynamique par opposition au déclenchement statique associé à un changement permanent de la déformation.

- 1) Dans un enregistrement large bande ou longue période d'un grand séisme superficiel à grande distance épacentrale, quelles sont les ondes qui dominent généralement ? Donnez un élément d'explication.
- 2) Expliquez le critère de Coulomb et la variation de la contrainte de Coulomb sous l'effet d'une déformation imposée par l'occurrence d'un séisme dans le voisinage.
- 3) Intéressons nous au cas d'une onde de Love qui se propage dans la direction Ox (on considère un trièdre Oxyz avec Oz orienté vers le bas). Quelle est la polarisation et la direction de mouvement ? Quel type de déformation est engendré au passage de l'onde ? Que valent les déformations normales ? Comment évolue la contrainte de Coulomb au passage d'une onde de Love ?
- 4) Considérons une onde plane de Love de période  $T=80$  s et de vitesse de phase  $C=4$  km/s dans un milieu que l'on va considérer comme étant une croûte d'épaisseur 35 km reposant sur le manteau. Les vitesses et les densités sont  $\beta_1=3.5$  km/s et  $\rho_1=3000$  kg/m<sup>3</sup> dans la croûte et  $\beta_2=4.7$  km/s et  $\rho_2=3300$  kg/m<sup>3</sup>. Dessinez à main levée la forme de l'amplitude en fonction de la profondeur. Exprimez le nombre d'onde horizontal  $k_x$  et la forme de la décroissance de la solution dans le manteau (en fonction de T, C et  $\beta_2$ ).
- 5) Considérons le déclenchement d'évènements superficiels (moins de 5 km de profondeur) au passage de l'onde de Love produite par un séisme distant. La distance épacentrale est suffisamment grande pour que la déformation statique

(permanente) puisse être négligée. L'onde de Love à 80s de période produit un déplacement en surface  $U_0$  mesuré par un sismomètre. Que vaut  $\tau_{yz}$  près de la surface ? Calculez l'amplitude de la variation de la contrainte de cisaillement  $\tau_{yx}$  près de la surface au passage de l'onde (vous calculerez la rigidité). Que vaut la variation maximale de contrainte de Coulomb ? Sur quel plan se produit-elle ?

Questions subsidiaires :

- 6) Comment évolue la variation de contrainte de Coulomb avec la distance épacentrale ?
- 7) Comment évolue la variation de contrainte de Coulomb avec la période de l'onde incidente ?
- 8) Comment évolue la variation de contrainte de Coulomb avec le moment du séisme responsable des ondes incidentes (un peu de réflexion et de discussion : on se rappellera le spectre de déplacement) ?